

簡介衛星海洋遙測

國立台灣海洋大學海洋科學系

何宗儒教授

1978 年美國航空暨太空總署(NASA)發射了三顆與海洋觀測相關的人造衛星，從此為海洋觀測提供了新的方向，也為海面自然現象，動力過程及其與大氣和陸地相互作用等研究提供了新的領域。這三顆衛星分別為 Nimbus-7、TIROS-N、及 Seasat。這三顆衛星分別以可見光、紅外光、及微波觀測海洋的現象，其觀測的項目，幾乎涵蓋所有的海洋參數。因此聯合國海洋科學研究委員會 (Scientific Committee on Oceanic Research, SCOR)為慶祝衛星海洋遙測二十年來對海洋研究及社會的貢獻，於 1998 年的國際海洋年，在葡萄牙里斯本舉辦了一場衛星、海洋與社會的國際性研討會，討論衛星海洋遙測的發展及對社會的影響。會中除回顧以前的研究，並肯定利用衛星遙測來研究海洋及其與大氣/陸地的相互作用是未來的方向。本文將就衛星如何觀測海洋的水色、溫度、波浪、水位及風場等作一簡單的描述，以提供對海洋衛星遙測有興趣人士參考。

一、海洋水色測量

當人們觀察不同水體時，毫無疑問會注意水體顏色的不同差異。海面水色的差異是由於海水中物質組成的不同而產生的。就海水而言，引起水色從開闊海域的深藍色到某些大陸棚的暗綠色變化的主要物質為浮游植物。浮游植物中的葉綠素能吸收太陽光進行光合作用，合成製造有機物質。它是海洋生命賴以生存的初級生產力。當浮游植物的濃度較高時，這些色素可以使海水顏色從藍向綠色波段移動。衛星遙測即可利用此水色之變化，經由不同波段反射率之量測來推算海水中葉綠素的含量。以目前正在運轉之美國 Orbview-2 衛星為例，其所酬載的海洋廣角觀測水色儀(SeaWiFS)即是用來探測全球海洋葉綠素濃度的分佈。而於 1999 年初發射的中華衛星一號(ROCSAT-1)的海洋水色儀(OCI)亦具有與 SeaWiFS 類似的波段，適合觀測較低緯度海域的變化。

二、海面溫度測量

衛星遙測海面溫度主要是量測海表面熱紅外或微波之輻射能量。基本上，任何物體只要溫度大於絕對零度，都會向外輻射我們眼睛看不見的紅外及微波波段的電磁波，且其輻射強度與物體的溫度呈正相關性。例如紅外輻射的能量與溫度的四次方成正比。因此我們可以藉由衛星測量到的輻射能量而獲得海表面的溫度。目前最常用來量測海面溫度的是美國 NOAA 系列衛星上所酬載的輻射儀 AVHRR。

三、海洋波浪觀測

雷達可用來偵測波浪，它是靠它本身發射訊號，而後接受目標物返回的電磁波能量而成像的，與我們前述所提之可見光或紅外波段的被動式遙測影像並不相同。返回至雷達感應器的電磁波能性質，取決於發射電磁波能的性質及被感應之地物或海面等目標物的性質。合成孔徑雷達 SAR (Synthetic Aperture Radar) 影像通常被認為包含數量最多的海洋表面波訊息。合成孔徑雷達是一種相位干涉雷達。利用都普勒頻移，由不變的衛星飛行速度所產生的相位歷史來確定飛行方向內的目標位置。如果目標在需要形成相位歷史的時間間隔內是運動的，那其相位歷史就會變化。因此，目標的位置就不同於對靜止目標的預期位置，如此可獲得較佳的地表空間解析度，再依布拉格散射原理而獲得海面波浪的訊息。除了表面波外，SAR 也可以用來觀測內波。基本上，內波雖然產生在 SAR 所無法探測到的海面以下，但在一定之條件下內波可以在海面上反映出明顯的特徵，如：內波多以孤立波之波群出現，且在影像上呈現明亮分明的線條。而這些特性所造成海面粗糙度的不同，不難在 SAR 影像上觀測到。目前較常用的 SAR 資料包括歐洲的 ERS 衛星及加拿大的 RADARSAT 衛星。

四、海面水位測量

海面水位的測量是藉由衛星發射雷達波，量測其碰到海水表面回波的時間，進而推算衛星到海面的距離，以得知海面水位。海面水位的資料除可用來觀測全球暖化造成的全球水位變化外，也可以用來計算全球海面流場的變化。海流會造成海面之傾斜，根據海面的高度差，可以計算海流的流速及流向。目前最常用的衛星高度計資料是美國及法國合作的衛星 TOPEX/POSEIDON 上所酬載的高度計，其量測的海面高度與實測資料比對，誤差小於 2.5 公分。

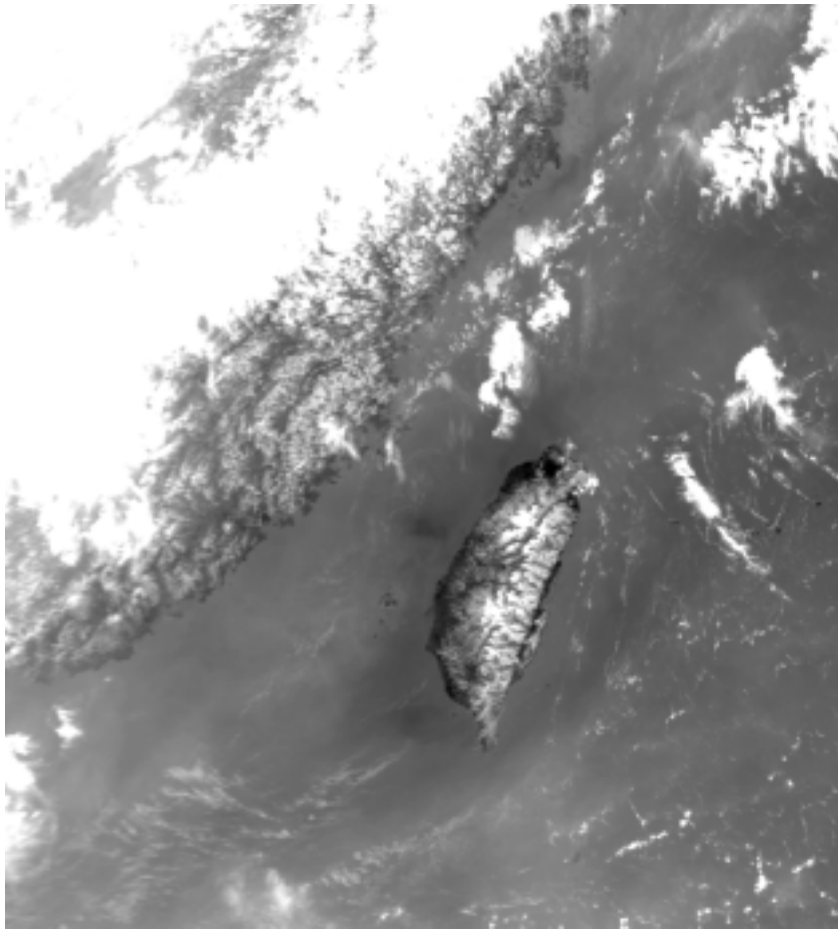
五、海面風場測量

海面風場可以衛星上的風場散射計加以度量，風場散射計是一不提供空間信息的非成像雷達。基本上，它為一種斜視觀測的主動式微波裝置。散射計是以偏離星下點某一角度入射到海面的電磁波，透過布拉格共振波產生後向散射，量其後向散射能量而求得海面的粗糙度。此海面粗糙度與海面風速有關，因此利用散射計不同角度的天線所收到的海面後向散射能量而得出海面風速大小及方向。目前最常用的衛星散射計的資料是歐洲的 ERS 衛星及加拿大的 RADARSAT 衛星。

六、結論

衛星遙測的最大優點是不受地理位置的限制，地球上許多地方如冰雪覆蓋的兩極地區，浩瀚的各大洋等均可利用衛星來作觀測。衛星觀測，視野遼闊，能提供大範圍海表面影像，且重複性高，能週期性地提供海面動態變化資料，利用衛星或航空以遙測方式間接測量海面現象的一些參數，是研究海洋的一個新的領

域。隨著科技的進步這些遙測儀器所推算海面參數的精確度也愈來愈佳。因此利用衛星遙測可在短時間內涵蓋全球海洋的特性，對海洋的研究越顯現其重要性。



海洋大學海洋科學系的衛星接收站所接收的美國 NOAA 衛星的衛星雲圖，台灣及鄰近島嶼和大陸沿海清晰可見。接收日期 2002 年 8 月 14 日。



中華衛星一號海洋水色照相儀(OCI)所拍攝的衛星影像圖。中國華北地區、黃海、韓國及長江流出的泥沙，造成中國沿岸海水污染皆清晰可見。接收日期 2001 年 4 月 4 日。